

MAGNETIC DISK, MAGNETIC RECORDING AND REPRODUCING METHOD, AND MAGNETIC DISK APPARATUS

Patent number: JP10255201
Publication date: 1998-09-25
Inventor: UNO KOJI
Applicant: FUJITSU LTD
Classification:
- **International:** G11B5/012
- **European:**
Application number: JP19970063205 19970317
Priority number(s):

Also published as:

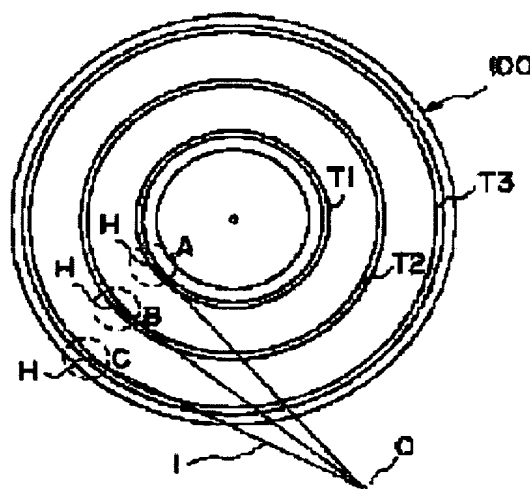


US6437947 (B1)
DE19740769 (A1)

Abstract of JP10255201

PROBLEM TO BE SOLVED: To increase a recording density without reducing an S/N ratio of reproduced signals by overlapping a first recording region, having a track for recording at an azimuth angle equal to a prescribed value or less, with a track adjacent to a second recording region, having a track for recording at an azimuth angle equal to the prescribed value or more, by a value corresponding to a radius or more and setting respective track pitches at different values.

SOLUTION: When an actuator 1 rotates around a point O, respective angles between a head H and tracks T1-T3 on a magnetic disk 100 are different from each other based on a position of the head H on the magnetic disk 100. By setting a track pitch at an inner peripheral portion A on the magnetic disk 100 at a smaller value than that at an outer peripheral portion C and setting an effective track width at a sum of a width of a read head and a width of a dead space, adverse influence of crosstalk from an adjacent track is suppressed. At an intermediate portion B on the magnetic disk 100, a satisfactory S/N ratio of signals can be retained and a recording density can be improved even when a track pitch at that portion is set at a smaller value than that at the outer peripheral portion C.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-255201

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月25日

(51) Int.Cl.⁶

G 1 1 B 5/012

識別記号

F I

G 1 1 B 5/012

審査請求 未請求 請求項の数34 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願平9-63205

(22) 出願日 平成9年(1997) 3月17日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(72) 発明者 宇野 廣司

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 伊東 忠彦

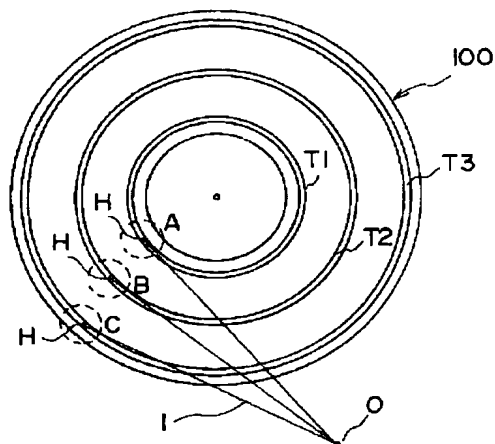
(54) 【発明の名称】 磁気ディスク、磁気記録再生方法及び磁気ディスク装置

(57) 【要約】

【課題】 磁気ディスク、磁気記録再生方法及び磁気ディスク装置に関し、再生信号のS/N比を低下させることなく磁気ディスクの記録密度を向上することを目的とする。

【解決手段】 アジマス角度が半径位置に応じて変化するヘッドで信号が記録再生される磁気ディスクであって、所定値以下のアジマス角度で記録されるトラックからなる第1の記録領域と、所定値より大きなアジマス角度で記録されるトラックからなる第2の記録領域と、隣接トラックが半径方向上重複している重複領域とを備え、第1の記録領域内のトラックピッチは第2の記録領域内のトラックピッチとは異なるように構成する。

ヘッドの磁気ディスク上の位置に応じたトラックに対するアジマス角度を説明する図



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 アジマス角度が半径位置に応じて変化するヘッドで信号が記録再生される磁気ディスクであって、

所定値以下のアジマス角度で記録されるトラックからなる第 1 の記録領域と、

該所定値より大きなアジマス角度で記録されるトラックからなる第 2 の記録領域と、

隣接トラックが半径方向上重複している重複領域とを備え、

該第 1 の記録領域内のトラックピッチは第 2 の記録領域内のトラックピッチとは異なる、磁気ディスク。

【請求項 2】 隣接トラック間に設けられたデッドスペースを更に備え、前記重複領域の幅は、1 つのトラックの一方の側に設けられた重複領域の幅とデッドスペースの幅との和と、該 1 つのトラックの他方の側に設けられた重複領域の幅とデッドスペースの幅との和のうち、小さい方の和に比例する、請求項 1 記載の磁気ディスク。

【請求項 3】 前記第 1 の記録領域内の重複領域の幅は第 2 の記録領域内の重複領域の幅とは異なる、請求項 1 又は 2 記載の磁気ディスク。

【請求項 4】 前記トラックピッチは、前記アジマス角度に応じて前記第 1 の記録領域及び前記第 2 の記録領域のうち少なくとも 1 つの記録領域内で段階的又は連続的に変化する、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項記載の磁気ディスク。

【請求項 5】 アジマス角度が磁気ディスクの半径位置に応じて変化するヘッドで信号を記録再生する磁気記録再生方法であって、
該磁気ディスク上の第 1 の記録領域に対しては、所定値以下のアジマス角度で信号を第 1 のトラックピッチのトラックに記録し、該第 1 の記録領域とは異なる該磁気ディスク上の第 2 の記録領域に対しては、該所定値より大きなアジマス角度で該第 1 のトラックピッチとは異なる第 2 のトラックピッチで信号を記録する第 1 のステップと、

該第 1 の記録領域からは、該所定値以下のアジマス角度で信号をトラックから再生し、該第 2 の記録領域からは、該所定値より大きなアジマス角度でトラックから信号を再生する第 2 のステップとを含み、

該第 1 のステップは、少なくとも該第 1 の記録領域の一部で隣接トラックが半径方向上重複するように信号を各トラックに記録する、磁気記録再生方法。

【請求項 6】 前記第 1 のステップは、隣接トラック間にデッドスペースが設けられるように信号を各トラックに記録し、前記重複領域の幅は、1 つのトラックの一方の側に設けられた重複領域の幅とデッドスペースの幅との和と、該 1 つのトラックの他方の側に設けられた重複領域の幅とデッドスペースの幅との和のうち、小さい方の和に比例する、請求項 5 記載の磁気記録再生方法。

2

【請求項 7】 前記第 1 のステップは、前記第 1 の記録領域内の重複領域の幅が第 2 の記録領域内の重複領域の幅とは異なるように信号を各トラックに記録する、請求項 5 又は 6 記載の磁気記録再生方法。

【請求項 8】 前記第 1 のステップは、前記トラックピッチが前記アジマス角度に応じて前記第 1 の記録領域及び前記第 2 の記録領域のうち少なくとも 1 つの記録領域内で段階的又は連続的に変化するように信号を各トラックに記録する、請求項 5 ～ 7 のいずれか 1 項記載の磁気記録再生方法。

【請求項 9】 前記第 1 のステップは、大略半径方向上の幅が前記第 2 のステップが使用するリードヘッドより大きなライトヘッドを使用する、請求項 5 ～ 8 のいずれか 1 項記載の磁気記録再生方法。

【請求項 10】 アジマス角度が磁気ディスクの半径位置に応じて変化するヘッドで信号を記録再生する磁気記録再生方法であって、

該磁気ディスク上の第 1 の記録領域に対しては、所定値以下のアジマス角度で信号を第 1 のトラックピッチのトラックに記録し、該第 1 の記録領域とは異なる該磁気ディスク上の第 2 の記録領域に対しては、該所定値より大きなアジマス角度で該第 1 のトラックピッチとは異なる第 2 のトラックピッチで信号を記録する第 1 のステップと、

該第 1 の記録領域からは、該所定値以下のアジマス角度で信号をトラックから再生し、該第 2 の記録領域からは、該所定値より大きなアジマス角度でトラックから信号を再生する第 2 のステップとを含み、

該第 2 のステップは、該第 1 のステップが使用するライトヘッドの中心に対して中心が大略半径方向上オフセットされたリードヘッドを使用する、磁気記録再生方法。

【請求項 11】 前記第 1 のステップは、隣接トラック間にデッドスペースが設けられるように信号を各トラックに記録し、前記重複領域の幅は、1 つのトラックの一方の側に設けられた重複領域の幅とデッドスペースの幅との和と、該 1 つのトラックの他方の側に設けられた重複領域の幅とデッドスペースの幅との和のうち、小さい方の和に比例する、請求項 10 記載の磁気記録再生方法。

【請求項 12】 前記第 1 のステップは、前記第 1 の記録領域内の重複領域の幅が第 2 の記録領域内の重複領域の幅とは異なるように信号を各トラックに記録する、請求項 10 又は 11 記載の磁気記録再生方法。

【請求項 13】 前記第 1 のステップは、前記第 1 の記録領域内のトラックピッチが第 2 の記録領域内のトラックピッチより小さくなるように信号を各トラックに記録する、請求項 10 ～ 12 のいずれか 1 項記載の磁気記録再生方法。

【請求項 14】 前記第 1 のステップは、大略半径方向上の幅が前記第 2 のステップが使用するリードヘッドよ

3

り大きなライトヘッドを使用する、請求項 10～13 のいずれか 1 項記載の磁気記録再生方法。

【請求項 15】 アジマス角度が磁気ディスクの半径位置に応じて変化するヘッドで信号を記録再生する磁気記録再生方法であって、
該磁気ディスク上の第 1 の記録領域に対しては、所定値以下のアジマス角度で信号を第 1 のトラックピッチのトラックに記録し、該第 1 の記録領域とは異なる該磁気ディスク上の第 2 の記録領域に対しては、該所定値より大きなアジマス角度で該第 1 のトラックピッチより小さな第 2 のトラックピッチで信号を記録する第 1 のステップと、
該第 1 の記録領域からは、該所定値以下のアジマス角度で信号をトラックから再生し、該第 2 の記録領域からは、該所定値より大きなアジマス角度でトラックから信号を再生する第 2 のステップとを含む、磁気記録再生方法。

【請求項 16】 前記第 1 のステップは、隣接トラック間にデッドスペースが設けられるように信号を各トラックに記録し、前記重複領域の幅は、1 つのトラックの一方の側に設けられた重複領域の幅とデッドスペースの幅との和と、該 1 つのトラックの他方の側に設けられた重複領域の幅とデッドスペースの幅との和のうち、小さい方の和に比例する、請求項 15 記載の磁気記録再生方法。

【請求項 17】 前記第 1 のステップは、前記第 1 の記録領域内の重複領域の幅が第 2 の記録領域内の重複領域の幅とは異なるように信号を各トラックに記録する、請求項 15 又は 16 記載の磁気記録再生方法。

【請求項 18】 前記第 2 のステップは、前記第 1 のステップが使用するライトヘッドの中心に対して中心が大略半径方向上オフセットされたリードヘッドを使用する、請求項 15～17 のいずれか 1 項記載の磁気記録再生方法。

【請求項 19】 前記第 1 のステップは、大略半径方向上の幅が前記第 2 のステップが使用するリードヘッドより大きなライトヘッドを使用する、請求項 15～18 のいずれか 1 項記載の磁気記録再生方法。

【請求項 20】 アジマス角度が磁気ディスクの半径位置に応じて変化するヘッドで信号を記録再生する磁気ディスク装置であって、
該磁気ディスク上のトラックに信号を記録するライトヘッドと、
該トラックから信号を再生するリードヘッドと、
該ライトヘッドと該リードヘッドとが、該磁気ディスクの半径方向とは略直交する方向上離間した状態で両方のヘッドを大略半径方向へ移送する移送機構と、
該移送機構による両方のヘッドの移送量を制御する制御手段とを備え、
該制御手段は、該磁気ディスク上の第 1 の記録領域に対

50

4

しては、該ライトヘッドが、所定値以下のアジマス角度で信号を第 1 のトラックピッチのトラックに記録し、該第 1 の記録領域とは異なる該磁気ディスク上の第 2 の記録領域に対しては、該所定値より大きなアジマス角度で該第 1 のトラックピッチとは異なる第 2 のトラックピッチで信号を記録し、少なくとも該第 1 の記録領域の一部では隣接トラックが半径方向上重複するように該移動機構を制御すると共に、該第 1 の記録領域からは、該リードヘッドが、該所定値以下のアジマス角度で信号をトラックから再生し、該第 2 の記録領域からは、該所定値より大きなアジマス角度でトラックから信号を再生するように該移動機構を制御する、磁気ディスク装置。

【請求項 21】 前記制御手段は、前記ライトヘッドが隣接トラック間にデッドスペースが設けられるように信号を各トラックに記録し、前記重複領域の幅は、1 つのトラックの一方の側に設けられた重複領域の幅とデッドスペースの幅との和と、該 1 つのトラックの他方の側に設けられた重複領域の幅とデッドスペースの幅との和のうち、小さい方の和に比例するように前記移送機構を制御する、請求項 20 記載の磁気ディスク装置。

【請求項 22】 前記制御手段は、前記ライトヘッドが前記第 1 の記録領域内の重複領域の幅が第 2 の記録領域内の重複領域の幅とは異なるように信号を各トラックに記録するように前記移送機構を制御する、請求項 20 又は 21 記載の磁気ディスク装置。

【請求項 23】 前記制御手段は、前記ライトヘッドが前記トラックピッチが前記アジマス角度に応じて前記第 1 の記録領域及び前記第 2 の記録領域のうち少なくとも 1 つの記録領域内で段階的又は連続的に変化するよう信号を各トラックに記録するように前記移送機構を制御する、請求項 20～22 のいずれか 1 項記載の磁気ディスク装置。

【請求項 24】 前記ライトヘッドは、大略半径方向上の幅が前記リードヘッドより大きい、請求項 20～23 のいずれか 1 項記載の磁気ディスク装置。

【請求項 25】 アジマス角度が磁気ディスクの半径位置に応じて変化するヘッドで信号を記録再生する磁気ディスク装置であって、

該磁気ディスク上のトラックに信号を記録するライトヘッドと、

該トラックから信号を再生するリードヘッドと、

該ライトヘッドと該リードヘッドとが、該磁気ディスクの半径方向とは略直交する方向上離間した状態で両方のヘッドを大略半径方向へ移送する移送機構と、

該移送機構による両方のヘッドの移送量を制御する制御手段とを備え、

該制御手段は、該磁気ディスク上の第 1 の記録領域に対しては、該ライトヘッドが、所定値以下のアジマス角度で信号を第 1 のトラックピッチのトラックに記録し、該第 1 の記録領域とは異なる該磁気ディスク上の第 2 の記

5

録領域に対しては、該所定値より大きなアジマス角度で該第1のトラックピッチとは異なる第2のトラックピッチで信号を記録するように該移送機構を制御すると共に、該第1の記録領域からは、該リードヘッドが、該所定値以下のアジマス角度で信号をトラックから再生し、該第2の記録領域からは、該所定値より大きなアジマス角度でトラックから信号を再生するように該移送機構を制御し、
該リードヘッドは該ライトヘッドの中心に対して中心が大略半径方向上オフセットされている、磁気ディスク装置。

【請求項26】 前記制御手段は、隣接トラック間にデッドスペースが設けられるように信号を各トラックに記録し、前記重複領域の幅は、1つのトラックの一方の側に設けられた重複領域の幅とデッドスペースの幅との和と、該1つのトラックの他方の側に設けられた重複領域の幅とデッドスペースの幅との和のうち、小さい方の和に比例するように前記移送機構を制御する、請求項25記載の磁気ディスク装置。

【請求項27】 前記制御手段は、前記第1の記録領域内の重複領域の幅が第2の記録領域内の重複領域の幅とは異なるように信号を各トラックに記録するように前記移送機構を制御する、請求項25又は26記載の磁気ディスク装置。

【請求項28】 前記制御手段は、前記第1の記録領域内のトラックピッチが第2の記録領域内のトラックピッチより小さくなるように信号を各トラックに記録するように前記移送機構を制御する、請求項25～27のいずれか1項記載の磁気ディスク装置。

【請求項29】 前記ライトヘッドは、大略半径方向上の幅が前記リードヘッドより大きい、請求項25～28のいずれか1項記載の磁気ディスク装置。

【請求項30】 アジマス角度が磁気ディスクの半径位置に応じて変化するヘッドで信号を記録再生する磁気ディスク装置であって、
該磁気ディスク上のトラックに信号を記録するライトヘッドと、
該トラックから信号を再生するリードヘッドと、
該ライトヘッドと該リードヘッドとが、該磁気ディスクの半径方向とは略直交する方向上離間した状態で両方のヘッドを大略半径方向へ移送する移送機構と、
該移送機構による両方のヘッドの移送量を制御する制御手段とを備え、
該制御手段は、該磁気ディスク上の第1の記録領域に対しては、該ライトヘッドが、所定値以下のアジマス角度で信号を第1のトラックピッチのトラックに記録し、該第1の記録領域とは異なる該磁気ディスク上の第2の記録領域に対しては、該所定値より大きなアジマス角度で該第1のトラックピッチより小さな第2のトラックピッチで信号を記録するように該移送機構を制御すると共

6

に、該第1の記録領域からは、該リードヘッドが、該所定値以下のアジマス角度で信号をトラックから再生し、
該第2の記録領域からは、該所定値より大きなアジマス角度でトラックから信号を再生するように該移送機構を制御する、磁気ディスク装置。

【請求項31】 前記制御手段は、隣接トラック間にデッドスペースが設けられるように信号を各トラックに記録し、前記重複領域の幅は、1つのトラックの一方の側に設けられた重複領域の幅とデッドスペースの幅との和と、該1つのトラックの他方の側に設けられた重複領域の幅とデッドスペースの幅との和のうち、小さい方の和に比例するように前記移送機構を制御する、請求項30記載の磁気ディスク装置。

【請求項32】 前記制御手段は、前記第1の記録領域内の重複領域の幅が第2の記録領域内の重複領域の幅とは異なるように信号を各トラックに記録するように前記移送機構を制御する、請求項30又は31記載の磁気ディスク装置。

【請求項33】 前記リードヘッドは、前記ライトヘッドの中心に対して中心が大略半径方向上オフセットされている、請求項30～32のいずれか1項記載の磁気ディスク装置。

【請求項34】 前記ライトヘッドは、大略半径方向上の幅が前記リードヘッドより大きい、請求項30～33のいずれか1項記載の磁気ディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は磁気ディスク、磁気記録再生方法及び磁気ディスク装置に係り、特に高密度記録再生を行う磁気ディスク、磁気記録再生方法及び磁気ディスク装置に関する。近年、磁気ディスクの記録密度が飛躍的に増大している。記録密度の飛躍的な増大の要因にはいくつかあるが、磁気抵抗素子を用いる磁気抵抗効果型ヘッド（以下、単にMRヘッドと言う）が実用化されたことも要因の1つである。MRヘッドは、磁気抵抗効果により、磁気ディスクに記録されている磁化状態を高感度で検出することができるので、高密度記録再生を可能とする。

【0002】

【従来の技術】MRヘッドは、磁気ディスクに記録されている信号を再生することしかできないため、磁気ディスクへの信号の記録は、通常薄膜ヘッドで行う。従って、磁気ディスク装置には、信号記録のためのライトヘッドと信号再生のためのリードヘッドとが設けられている。

【0003】ライトヘッドとリードヘッドとは、これらのヘッドを磁気ディスク上の大略半径方向に移動するアクチュエータに設けられている。しかし、これらのヘッドはできるだけ近接して設けられているものの、不可避免的に、磁気ディスクの半径方向とは略直交する方向上

7

定距離離間せしめられている。又、アクチュエータは、磁気ディスク装置を小型化する要望等から、直線的に移動する方式より、回転する方式が多用されている。しかし、アクチュエータが回転されると、各ヘッドと磁気ディスク上のトラックとの成す角度は、各ヘッドの磁気ディスク上の位置によって異なる。例えば、磁気ディスクの内周側の部分と外周側の部分とでは、アジマス角度が生じる。この結果、各ヘッドはトラックに対して、磁気ディスク内周側と外周側とでは反対方向にずれてしまう。

【0004】信号再生時に、上記アジマス角度によりリードヘッドがトラックに対してずれてしまうと、リードヘッドはトラックの一部しか走査することができず、本来走査すべきトラックの隣のトラックの一部も走査してしまうので、再生信号に雑音が混入してしまい、磁気ディスクに記録された信号を良好に再生することができない。そこで、記録時には幅広のライトヘッドで信号記録を行い、再生時には幅狭のリードヘッドで信号再生を行う、所謂ワイドライト／ナローリードが行われる。これにより、記録時にはリードヘッドより幅広のライトヘ
10 ッドで信号がトラックに記録されるので、再生時にアジマス角度によりリードヘッドがトラックに対してずれても、リードヘッドは必ず本来走査すべきトラックのみを走査するので、再生信号の信号対雑音（S/N）比が向上される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記ワイドライト／ナローリードが採用されると、記録時に幅広のライトヘッドを用いてトラックが形成されるため、再生信号のS/N比は向上されるものの、磁気ディスクの記録
30 密度は低下してしまうという問題があった。これは、リードヘッドにMRヘッドを用いて高密度記録再生を行うという趣旨に反するものであった。

【0006】又、従来、トラックピッチは、磁気ディスクの記録領域全体にわたって一定に設定されていた。ところが、トラックピッチは、ライトヘッドの幅と隣接するトラックからのクロストークを軽減するために必要なデッドスペースの幅との和で決定されるので、隣接トラックからのクロストークによる悪影響を防止するためには、トラックピッチを大幅に減少させることはできなかった。つまり、再生信号のS/N比を低下させることなく、磁気ディスクの記録密度を大幅に向上することはできないという問題もあった。

【0007】そこで、本発明は、再生信号のS/N比を低下させることなく、磁気ディスクの記録密度を向上することのできる、磁気ディスク、磁気記録再生方法及び磁気ディスク装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記の課題は、請求項1記載の、アジマス角度が半径位置に応じて変化するヘッ
50

8

ドで信号が記録再生される磁気ディスクであって、所定値以下のアジマス角度で記録されるトラックからなる第1の記録領域と、該所定値より大きなアジマス角度で記録されるトラックからなる第2の記録領域と、隣接トラックが半径方向上重複している重複領域とを備え、該第1の記録領域内のトラックピッチは第2の記録領域内のトラックピッチとは異なる磁気ディスクによって達成できる。

【0009】請求項2記載の発明では、請求項1において、隣接トラック間に設けられたデッドスペースを更に備え、前記重複領域の幅は、1つのトラックの一方の側に設けられた重複領域の幅とデッドスペースの幅との和と、該1つのトラックの他方の側に設けられた重複領域の幅とデッドスペースの幅との和のうち、小さい方の和に比例する。

【0010】請求項3記載の発明では、請求項1又は2において、前記第1の記録領域内の重複領域の幅は第2の記録領域内の重複領域の幅とは異なる。請求項4記載の発明では、請求項1～3のいずれかにおいて、前記トラックピッチは、前記アジマス角度に応じて前記第1の記録領域及び前記第2の記録領域のうち少なくとも1つの記録領域内で段階的又は連続的に変化する。

【0011】上記の課題は、請求項5記載の、アジマス角度が磁気ディスクの半径位置に応じて変化するヘッドで信号を記録再生する磁気記録再生方法であって、該磁気ディスク上の第1の記録領域に対しては、所定値以下のアジマス角度で信号を第1のトラックピッチのトラックに記録し、該第1の記録領域とは異なる該磁気ディスク上の第2の記録領域に対しては、該所定値より大きなアジマス角度で該第1のトラックピッチとは異なる第2のトラックピッチで信号を記録する第1のステップと、該第1の記録領域からは、該所定値以下のアジマス角度で信号をトラックから再生し、該第2の記録領域からは、該所定値より大きなアジマス角度でトラックから信号を再生する第2のステップとを含み、該第1のステップは、少なくとも該第1の記録領域の一部で隣接トラックが半径方向上重複するように信号を各トラックに記録する磁気記録再生方法によっても達成できる。

【0012】請求項6記載の発明では、請求項5において、前記第1のステップは、隣接トラック間にデッドスペースが設けられるように信号を各トラックに記録し、前記重複領域の幅は、1つのトラックの一方の側に設けられた重複領域の幅とデッドスペースの幅との和と、該1つのトラックの他方の側に設けられた重複領域の幅とデッドスペースの幅との和のうち、小さい方の和に比例する。

【0013】請求項7記載の発明では、請求項5又は6において、前記第1のステップは、前記第1の記録領域内の重複領域の幅が第2の記録領域内の重複領域の幅とは異なるように信号を各トラックに記録する。請求項8

9

記載の発明では、請求項 5～7 のいずれかにおいて、前記第 1 のステップは、前記トラックピッチが前記アジマス角度に応じて前記第 1 の記録領域及び前記第 2 の記録領域のうち少なくとも 1 つの記録領域内で段階的又は連続的に変化するように信号を各トラックに記録する。

【0014】請求項 9 記載の発明では、請求項 5～8 のいずれかにおいて、前記第 1 のステップは、大略半径方向上の幅が前記第 2 のステップが使用するリードヘッドより大きなライトヘッドを使用する。上記の課題は、請求項 10 記載の、アジマス角度が磁気ディスクの半径位置に応じて変化するヘッドで信号を記録再生する磁気記録再生方法であって、該磁気ディスク上の第 1 の記録領域に対しては、所定値以下のアジマス角度で信号を第 1 のトラックピッチのトラックに記録し、該第 1 の記録領域とは異なる該磁気ディスク上の第 2 の記録領域に対しては、該所定値より大きなアジマス角度で該第 1 のトラックピッチとは異なる第 2 のトラックピッチで信号を記録する第 1 のステップと、該第 1 の記録領域からは、該所定値以下のアジマス角度で信号をトラックから再生し、該第 2 の記録領域からは、該所定値より大きなアジマス角度でトラックから信号を再生する第 2 のステップとを含み、該第 2 のステップは、該第 1 のステップが使用するライトヘッドの中心に対して中心が大略半径方向上オフセットされたリードヘッドを使用する磁気記録再生方法によっても達成できる。

【0015】請求項 11 記載の発明では、請求項 10 において、前記第 1 のステップは、隣接トラック間にデッドスペースが設けられるように信号を各トラックに記録し、前記重複領域の幅は、1 つのトラックの一方の側に設けられた重複領域の幅とデッドスペースの幅との和と、該 1 つのトラックの他方の側に設けられた重複領域の幅とデッドスペースの幅との和のうち、小さい方の和に比例する。

【0016】請求項 12 記載の発明では、請求項 10 又は 11 において、前記第 1 のステップは、前記第 1 の記録領域内の重複領域の幅が第 2 の記録領域内の重複領域の幅とは異なるように信号を各トラックに記録する。請求項 13 記載の発明では、請求項 10～12 のいずれかにおいて、前記第 1 のステップは、前記第 1 の記録領域内のトラックピッチが第 2 の記録領域内のトラックピッチより小さくなるように信号を各トラックに記録する。

【0017】請求項 14 記載の発明では、請求項 10～13 のいずれかにおいて、前記第 1 のステップは、大略半径方向上の幅が前記第 2 のステップが使用するリードヘッドより大きなライトヘッドを使用する。上記の課題は、請求項 15 記載の、アジマス角度が磁気ディスクの半径位置に応じて変化するヘッドで信号を記録再生する磁気記録再生方法であって、該磁気ディスク上の第 1 の記録領域に対しては、所定値以下のアジマス角度で信号を第 1 のトラックピッチのトラックに記録し、該第 1 の

10

記録領域とは異なる該磁気ディスク上の第 2 の記録領域に対しては、該所定値より大きなアジマス角度で該第 1 のトラックピッチより小さな第 2 のトラックピッチで信号を記録する第 1 のステップと、該第 1 の記録領域からは、該所定値以下のアジマス角度で信号をトラックから再生し、該第 2 の記録領域からは、該所定値より大きなアジマス角度でトラックから信号を再生する第 2 のステップとを含む磁気記録再生方法によっても達成できる。

【0018】請求項 16 記載の発明では、請求項 15 において、前記第 1 のステップは、隣接トラック間にデッドスペースが設けられるように信号を各トラックに記録し、前記重複領域の幅は、1 つのトラックの一方の側に設けられた重複領域の幅とデッドスペースの幅との和と、該 1 つのトラックの他方の側に設けられた重複領域の幅とデッドスペースの幅との和のうち、小さい方の和に比例する。

【0019】請求項 17 記載の発明では、請求項 15 又は 16 において、前記第 1 のステップは、前記第 1 の記録領域内の重複領域の幅が第 2 の記録領域内の重複領域の幅とは異なるように信号を各トラックに記録する。請求項 18 記載の発明では、請求項 15～17 のいずれかにおいて、前記第 2 のステップは、前記第 1 のステップが使用するライトヘッドの中心に対して中心が大略半径方向上オフセットされたリードヘッドを使用する。

【0020】請求項 19 記載の発明では、請求項 15～18 のいずれかにおいて、前記第 1 のステップは、大略半径方向上の幅が前記第 2 のステップが使用するリードヘッドより大きなライトヘッドを使用する。上記の課題は、請求項 20 記載の、アジマス角度が磁気ディスクの半径位置に応じて変化するヘッドで信号を記録再生する磁気ディスク装置であって、該磁気ディスク上のトラックに信号を記録するライトヘッドと、該トラックから信号を再生するリードヘッドと、該ライトヘッドと該リードヘッドとが、該磁気ディスクの半径方向とは略直交する方向上離間した状態で両方のヘッドを大略半径方向へ移送する移送機構と、該移送機構による両方のヘッドの移送量を制御する制御手段とを備え、該制御手段は、該磁気ディスク上の第 1 の記録領域に対しては、該ライトヘッドが、所定値以下のアジマス角度で信号を第 1 のトラックピッチのトラックに記録し、該第 1 の記録領域とは異なる該磁気ディスク上の第 2 の記録領域に対しては、該所定値より大きなアジマス角度で該第 1 のトラックピッチとは異なる第 2 のトラックピッチで信号を記録し、少なくとも該第 1 の記録領域の一部では隣接トラックが半径方向上重複するように該移動機構を制御すると共に、該第 1 の記録領域からは、該リードヘッドが、該所定値以下のアジマス角度で信号をトラックから再生し、該第 2 の記録領域からは、該所定値より大きなアジマス角度でトラックから信号を再生するように該移動機構を制御する磁気ディスク装置によっても達成できる。

11

【0021】請求項21記載の発明では、請求項20において、前記制御手段は、前記ライトヘッドが隣接トラック間にデッドスペースが設けられるように信号を各トラックに記録し、前記重複領域の幅は、1つのトラックの一方の側に設けられた重複領域の幅とデッドスペースの幅との和と、該1つのトラックの他方の側に設けられた重複領域の幅とデッドスペースの幅との和のうち、小さい方の和に比例するように前記移送機構を制御する。

【0022】請求項22記載の発明では、請求項20又は21において、前記制御手段は、前記ライトヘッドが前記第1の記録領域内の重複領域の幅が第2の記録領域内の重複領域の幅とは異なるように信号を各トラックに記録するように前記移送機構を制御する。請求項23記載の発明では、請求項20～22のいずれかにおいて、前記制御手段は、前記ライトヘッドが前記トラックピッチが前記アジマス角度に応じて前記第1の記録領域及び前記第2の記録領域のうち少なくとも1つの記録領域内で段階的又は連続的に変化するように信号を各トラックに記録するように前記移送機構を制御する。

【0023】請求項24記載の発明では、請求項20～23のいずれかにおいて、前記ライトヘッドは、大略半径方向上の幅が前記リードヘッドより大きい。上記の課題は、請求項25記載の、アジマス角度が磁気ディスクの半径位置に応じて変化するヘッドで信号を記録再生する磁気ディスク装置であって、該磁気ディスク上のトラックに信号を記録するライトヘッドと、該トラックから信号を再生するリードヘッドと、該ライトヘッドと該リードヘッドとが、該磁気ディスクの半径方向とは略直交する方向上離間した状態で両方のヘッドを大略半径方向へ移送する移送機構と、該移送機構による両方のヘッドの移送量を制御する制御手段とを備え、該制御手段は、該磁気ディスク上の第1の記録領域に対しては、該ライトヘッドが、所定値以下のアジマス角度で信号を第1のトラックピッチのトラックに記録し、該第1の記録領域とは異なる該磁気ディスク上の第2の記録領域に対しては、該所定値より大きなアジマス角度で該第1のトラックピッチとは異なる第2のトラックピッチで信号を記録するように該移送機構を制御すると共に、該第1の記録領域からは、該リードヘッドが、該所定値以下のアジマス角度で信号をトラックから再生し、該第2の記録領域からは、該所定値より大きなアジマス角度でトラックから信号を再生するように該移送機構を制御し、該リードヘッドは該ライトヘッドの中心に対して中心が大略半径方向上オフセットされている磁気ディスク装置によっても達成できる。

【0024】請求項26記載の発明では、請求項25において、前記制御手段は、隣接トラック間にデッドスペースが設けられるように信号を各トラックに記録し、前記重複領域の幅は、1つのトラックの一方の側に設けられた重複領域の幅とデッドスペースの幅との和と、該1

12

つのトラックの他方の側に設けられた重複領域の幅とデッドスペースの幅との和のうち、小さい方の和に比例するように前記移送機構を制御する。

【0025】請求項27記載の発明では、請求項25又は26において、前記制御手段は、前記第1の記録領域内の重複領域の幅が第2の記録領域内の重複領域の幅とは異なるように信号を各トラックに記録するように前記移送機構を制御する。請求項28記載の発明では、請求項25～27のいずれかにおいて、前記制御手段は、前記第1の記録領域内のトラックピッチが第2の記録領域内のトラックピッチより小さくなるように信号を各トラックに記録するように前記移送機構を制御する。

【0026】請求項29記載の発明では、請求項25～28のいずれかにおいて、前記ライトヘッドは、大略半径方向上の幅が前記リードヘッドより大きい。上記の課題は、請求項30記載の、アジマス角度が磁気ディスクの半径位置に応じて変化するヘッドで信号を記録再生する磁気ディスク装置であって、該磁気ディスク上のトラックに信号を記録するライトヘッドと、該トラックから信号を再生するリードヘッドと、該ライトヘッドと該リードヘッドとが、該磁気ディスクの半径方向とは略直交する方向上離間した状態で両方のヘッドを大略半径方向へ移送する移送機構と、該移送機構による両方のヘッドの移送量を制御する制御手段とを備え、該制御手段は、該磁気ディスク上の第1の記録領域に対しては、該ライトヘッドが、所定値以下のアジマス角度で信号を第1のトラックピッチのトラックに記録し、該第1の記録領域とは異なる該磁気ディスク上の第2の記録領域に対しては、該所定値より大きなアジマス角度で該第1のトラックピッチより小さな第2のトラックピッチで信号を記録するように該移送機構を制御すると共に、該第1の記録領域からは、該リードヘッドが、該所定値以下のアジマス角度で信号をトラックから再生し、該第2の記録領域からは、該所定値より大きなアジマス角度でトラックから信号を再生するように該移送機構を制御する磁気ディスク装置によっても達成できる。

【0027】請求項31記載の発明では、請求項30において、前記制御手段は、隣接トラック間にデッドスペースが設けられるように信号を各トラックに記録し、前記重複領域の幅は、1つのトラックの一方の側に設けられた重複領域の幅とデッドスペースの幅との和と、該1つのトラックの他方の側に設けられた重複領域の幅とデッドスペースの幅との和のうち、小さい方の和に比例するように前記移送機構を制御する。

【0028】請求項32記載の発明では、請求項30又は31において、前記制御手段は、前記第1の記録領域内の重複領域の幅が第2の記録領域内の重複領域の幅とは異なるように信号を各トラックに記録するように前記移送機構を制御する。請求項33記載の発明では、請求項30～32のいずれかにおいて、前記リードヘッド

13

は、前記ライトヘッドの中心に対して中心が大略半径方向上オフセットされている。

【0029】請求項34記載の発明では、請求項30～33のいずれかにおいて、前記ライトヘッドは、大略半径方向上の幅が前記リードヘッドより大きい。請求項1～3記載の発明によれば、再生信号のS/N比を向上して、データの信頼性を向上すると共に、高密度記録再生を実現することができる。請求項4記載の発明によれば、磁気ディスクの記録密度を更に向上することができる。

【0030】請求項5～9記載の発明によれば、再生信号のS/N比を向上して、データの信頼性を向上すると共に、高密度記録再生を実現することができる。請求項10～19記載の発明によれば、再生信号のS/N比を低下させることなく、高密度記録再生を実現することができる。請求項20～24記載の発明によれば、再生信号のS/N比を向上して、データの信頼性を向上すると共に、高密度記録再生を実現することができる。

【0031】請求項25～34記載の発明によれば、再生信号のS/N比を低下させることなく、高密度記録再生を実現することができる。従って、本発明によれば、再生信号のS/N比を低下させることなく、磁気ディスクの記録密度を更に向上することができる。

【0032】

【発明の実施の形態】本発明になる磁気ディスクは、アジマス角度が半径位置に応じて変化するヘッドで信号が記録再生される。磁気ディスクの記録領域は、所定値以下のアジマス角度で記録されるトラックからなる第1の記録領域と、この所定値より大きなアジマス角度で記録されるトラックからなる第2の記録領域とからなる。第1の記録領域内と第2の記録領域内とは、トラックピッチが異なる。つまり、第1の記録領域内でのトラックピッチは、第2の記録領域内でのトラックピッチより小さいか、或いは、大きい。

【0033】又、隣接トラック間に、デッドスペースを設けても良い。更に、隣接トラックは、少なくとも第1及び第2の記録領域のうち一方の一部で、磁気ディスクの半径方向上重複していても良い。本発明になる磁気記録再生方法及び磁気ディスク装置は、上記本発明になる磁気ディスクに対して信号の記録再生を行う。

【0034】本発明によれば、再生信号のS/N比を低下させることなく、磁気ディスクの記録密度を向上することが可能である。

【0035】

【実施例】先ず、本発明になる磁気ディスクの第1実施例を図1～図4と共に説明する。アクチュエータは、磁気ディスク装置を小型化する要望等から、直線的に移動する方式より、回転する方式が多用されている。しかし、図1に示すように、アクチュエータ1が点Oを中心10

14

ラックT1～T3との成す角度は、ヘッドHの磁気ディスク100上の位置によって異なる。例えば、同図中、Aで示す部分でのヘッドHのトラックT1に対するアジマス角度がゼロであるとする、Aで示す部分より磁気ディスク100の外周側のB、Cで示す部分では、トラックT2、T3に対するアジマス角度が生じる。この結果、ヘッドHはトラックT1～T3に対して、磁気ディスク100の内周側と外周側とは反対方向にずれてしまう。尚、図1では、説明の便宜上、ライトヘッド及びリードヘッドをヘッドHで代表して示してあるが、ヘッドHのトラックTに対するずれは、ライトヘッド及びリードヘッドの両方で生じる。

【0036】信号再生時に、上記アジマス角度によりリードヘッドがトラックに対してずれてしまうと、リードヘッドはトラックの一部しか走査することができず、本来走査すべきトラックの隣のトラックの一部も走査してしまうので、再生信号に雑音が混入してしまい、磁気ディスク100に記録された信号を良好に再生することができない。そこで、本実施例では、記録時には幅広のライトヘッドで信号記録を行い、再生時には幅狭のリードヘッドで信号再生を行う、所謂ワイドライト/ナローリードが行われる。これにより、記録時にはリードヘッドより幅広のライトヘッドで信号がトラックに記録されるので、再生時にアジマス角度によりリードヘッドがトラックに対してずれても、リードヘッドは必ず本来走査すべきトラックのみを走査するので、再生信号のS/N比が向上される。

【0037】図2は、アクチュエータ1に設けられたライトヘッドWH及びリードヘッドRHが磁気ディスク100の内周部分AのトラックT1上に位置する場合を拡大して示す。図3は、ライトヘッドWH及びリードヘッドRHが磁気ディスク100の中間部分BのトラックT2上に位置する場合を拡大して示す。又、図4は、ライトヘッドWH及びリードヘッドRHが磁気ディスク100の外周部分CのトラックT3上に位置する場合を拡大して示す。

【0038】本実施例では、ライトヘッドWH及びリードヘッドRHが磁気ディスク100の内周部分AのトラックT1上に位置する場合、図2に示すように、各ヘッドWH、RHの幅方向とトラックの延在方向とが略直交し、アジマス角度は略ゼロである。しかし、各ヘッドWH、RHが磁気ディスク100の中間部分B及び外周部分Cへ移動するにつれて、図3及び図4に示すように、アジマス角度が増加する。

【0039】又、ライトヘッドWHの幅方向の中心とリードヘッドRHの幅方向の中心とが一致している場合、リードヘッドRHの再生領域は、アジマス角度が増加する磁気ディスク100の外周側に行く程、ライトヘッドWHの記録領域、即ち、記録されたトラックの端部分に片寄る。このため、隣接トラックからのクロストークの

15

影響を抑さえるには、少なくとも磁気ディスク100の外周部分Cでは、隣接するトラックの中心線間の距離であるトラックピッチを、ライトヘッドWHの幅と隣接トラックからのクロストークを軽減するためのデッドスペースDSの幅との和に設定する。これにより、アジマス角度により、リードヘッドRHがトラックT3の端部分に片寄ってしまうても、隣接トラックまでは再生されない、隣接トラックからのクロストークの影響は抑制され、再生信号のS/N比を良好に保つことができる。

【0040】他方、磁気ディスク100の内周部分Aでは、アジマス角度が略ゼロであるため、リードヘッドRHがトラックT1の端部分に片寄ることはなく、トラックT1の中心とリードヘッドRHの中心が略一致する。このため、磁気ディスク100の内周部分Aでは、隣接トラックからのクロストークを軽減するためのデッドスペースDSは不要であり、トラックピッチをライトヘッドWHの幅に設定すれば、隣接トラックからのクロストークの影響を抑さえることができる。つまり、磁気ディスク100の内周部分Aでは、外周部分Cよりトラックピッチを小さく設定しても、再生信号のS/N比を良好に保つことができるので、S/N比を犠牲にすることなく磁気ディスク100の記録密度を向上することができる。

【0041】従って、本実施例では、磁気ディスク100の記録領域のうち、所定値以下のアジマス角度で記録されるトラックからなる第1の記録領域内のトラックピッチを、この所定値より大きなアジマス角度で記録されるトラックからなる第2の記録領域内のトラックピッチより小さく設定することで、S/N比を犠牲にすることなく磁気ディスク100の記録密度を向上可能である。

【0042】次に、本発明になる磁気ディスクの第2実施例を図5～図7と共に説明する。図5～図7中、図1～図4と同一部分には同一符号を付し、その説明は省略する。上記第1実施例で説明したように、ライトヘッドWHの幅方向の中心とリードヘッドRHの幅方向の中心とが一致している場合、リードヘッドRHの再生領域は、アジマス角度が増加する磁気ディスク100の外周側に行く程、ライトヘッドWHの記録領域、即ち、記録されたトラックの端部分に片寄る。このため、隣接トラックからのクロストークの影響を抑さえるには、図1において、少なくとも磁気ディスク100の外周部分Cでは、トラックピッチを、ライトヘッドWHの幅とデッドスペースDSの幅との和に設定する。つまり、磁気ディスク100の外周部分Cでは、ライトヘッドWHは隣接トラックが重ならないように信号を記録する。これにより、アジマス角度により、リードヘッドRHが外周部分C内のトラックの端部分に片寄ってしまうても、隣接トラックまでは再生されない、隣接トラックからのクロストークの影響は抑制され、再生信号のS/N比を良好に保つことができる。

16

【0043】他方、図1において、磁気ディスク100の内周部分Aでは、アジマス角度が略ゼロであるため、リードヘッドRHが内周部分A内のトラックの端部分に片寄ることはなく、走査するトラックの中心とリードヘッドRHの中心が略一致する。このため、磁気ディスク100の内周部分Aでは、実効トラック幅ETWをリードヘッドRHの幅とデッドスペースDSの幅との和に設定すれば、隣接トラックからのクロストークの影響を抑さえることができる。つまり、磁気ディスク100の内周部分Aでは、外周部分Cよりトラックピッチを小さく設定しても、再生信号のS/N比を良好に保つことができるので、S/N比を犠牲にすることなく磁気ディスク100の記録密度を向上することができる。そこで、本実施例では、磁気ディスク100の内周部分Aでは、ライトヘッドWHは隣接トラックが重なるように信号を記録する。

【0044】又、図1において、磁気ディスク100の中間部分Bでは、多少のアジマス角度があるものの、リードヘッドRHが中間部分B内のトラックの端部分に片寄る度合いは、外周部分C内のトラックを走査する場合と比べると少なく、トラックピッチはライトヘッドWHの幅より小さく設定しても、隣接トラックからのクロストークの影響を抑さえることができる。つまり、磁気ディスク100の中間部分Bでは、外周部分Cよりトラックピッチを小さく設定しても、再生信号のS/N比を良好に保つことができるので、S/N比を犠牲にすることなく磁気ディスク100の記録密度を向上することができる。そこで、本実施例では、磁気ディスク100の中間部分Bでも、ライトヘッドWHは隣接トラックが重なるように信号を記録する。

【0045】図5は、アクチュエータ1に設けられたライトヘッドWH及びリードヘッドRHが磁気ディスク100の内周部分Aのトラック T_n 、 T_{n+1} 上に位置する場合を拡大して示す。図6は、ライトヘッドWH及びリードヘッドRHが磁気ディスク100の中間部分Bのトラック T_n 、 T_{n+1} 上に位置する場合を拡大して示す。又、図7は、ライトヘッドWH及びリードヘッドRHが磁気ディスク100の外周部分Cのトラック T_n 、 T_{n+1} 上に位置する場合を拡大して示す。

【0046】本実施例では、ライトヘッドWH及びリードヘッドRHが磁気ディスク100の内周部分Aのトラック上に位置する場合、図5に示すように、各ヘッドWH、RHの幅方向とトラックの延在方向とが略直交し、アジマス角度はゼロである。しかし、各ヘッドWH、RHが磁気ディスク100の中間部分B及び外周部分Cへ移動するにつれて、図6及び図7に示すように、アジマス角度が増加する。又、ライトヘッドWHが隣接トラック T_n 、 T_{n+1} を走査する際の隣接トラック T_n 、 T_{n+1} の磁気ディスク100の半径方向上の重なりOLの幅は、磁気ディスク100の内周側に行く程大きく、即

17

ち、アジマス角度が小さくなる程大きく設定されている。隣接トラック T_n 、 T_{n+1} の重なりOLの幅は、アジマス角度が最大となる磁気ディスク100の外周側では最小であり、アジマス角度が最小となる磁気ディスク100の内周側では最大となる。

【0047】隣接トラック T_n 、 T_{n+1} の重なりOLは、信号再生には使用されない重複領域であるが、この重複領域によりトラックピッチを減少させることができる。隣接トラックからのクロストークの影響は、実効トラック幅ETWを、リードヘッドRHの幅と隣接トラックからのクロストーク軽減のために設けられたデッドスペースDSの幅との和に設定することにより、抑制することができる。尚、磁気ディスク100の外周側では、隣接トラック T_n 、 T_{n+1} の重なりOLは最小であり、必要であれば隣接トラックからのクロストーク軽減のためのデッドスペースDSが設けられる。

【0048】次に、本発明になる磁気ディスクの第3実施例を図8～図10と共に説明する。図8～図10中、図1～図4と同一部分には同一符号を付し、その説明は省略する。本実施例では、ライトヘッドWHの幅方向の中心とリードヘッドRHの幅方向の中心とが磁気ディスク100の略半径方向に沿ってオフセットされた状態で信号が磁気ディスク100に記録されている。この場合、リードヘッドRHの再生領域は、アジマス角度が減少する磁気ディスク100の内周側に行く程、ライトヘッドWHの記録領域、即ち、記録されたトラックの端部分に片寄る。このため、隣接トラックからのクロストークの影響を抑さえるには、図1において、少なくとも磁気ディスク100の内周部分Aでは、トラックピッチを、ライトヘッドWHの幅と隣接トラックからのクロストークを軽減するために設けられたデッドスペースDSの幅との和に設定する。つまり、磁気ディスク100の内周部分Aでは、ライトヘッドWHは隣接トラックが重ならないように信号を記録する。これにより、リードヘッドRHが内周部分A内のトラックの端部分に片寄ってしまった、隣接トラックまでは再生されない、隣接トラックからのクロストークの影響は抑制され、再生信号のS/N比を良好に保つことができる。

【0049】他方、図1において、磁気ディスク100の外周側に行く程、アジマス角度が増加するため、リードヘッドRHが外周部分C内のトラックの端部分に片寄ることはなく、走査するトラックの中心とリードヘッドRHの中心が略一致する。このため、磁気ディスク100の外周部分Cでは、実効トラック幅ETWをリードヘッドRHの幅と隣接トラックからのクロストークを軽減するために設けられたデッドスペースDSの幅との和に設定することにより、隣接トラックからのクロストークの影響を抑さえることができる。つまり、磁気ディスク100の外周部分Cでは、内周部分Aよりトラックピッチを小さく設定しても、再生信号のS/N比を良好に保

18

つことができるので、S/N比を犠牲にすることなく磁気ディスク100の記録密度を向上することができる。そこで、本実施例では、磁気ディスク100の外周部分Cでは、ライトヘッドWHは隣接トラックが重なるように信号を記録する。

【0050】又、図1において、磁気ディスク100の中間部分Bでは、多少のアジマス角度があるものの、リードヘッドRHが中間部分B内のトラックの端部分に片寄る度合いは、内周部分A内のトラックを走査する場合と比べると少なく、トラックピッチはライトヘッドWHの幅より小さく設定しても、隣接トラックからのクロストークの影響を抑さえることができる。つまり、磁気ディスク100の中間部分Bでは、内周部分Aよりトラックピッチを小さく設定しても、再生信号のS/N比を良好に保つことができるので、S/N比を犠牲にすることなく磁気ディスク100の記録密度を向上することができる。そこで、本実施例では、磁気ディスク100の中間部分Bでも、ライトヘッドWHは隣接トラックが重なるように信号を記録する。

【0051】図8は、アクチュエータ1に設けられたライトヘッドWH及びリードヘッドRHが磁気ディスク100の内周部分Aのトラック T_n 、 T_{n+1} 上に位置する場合を拡大して示す。図9は、ライトヘッドWH及びリードヘッドRHが磁気ディスク100の中間部分Bのトラック T_n 、 T_{n+1} 上に位置する場合を拡大して示す。又、図10は、ライトヘッドWH及びリードヘッドRHが磁気ディスク100の外周部分Cのトラック T_n 、 T_{n+1} 上に位置する場合を拡大して示す。

【0052】本実施例では、ライトヘッドWH及びリードヘッドRHが磁気ディスク100の内周部分Aのトラック上に位置する場合、図8に示すように、各ヘッドWH、RHの幅方向とトラックの延在方向とが略直交し、アジマス角度は最小である。しかし、各ヘッドWH、RHが磁気ディスク100の中間部分B及び外周部分Cへ移動するにつれて、図9及び図10に示すように、アジマス角度が増加する。又、ライトヘッドWHが隣接トラック T_n 、 T_{n+1} を走査する際の隣接トラック T_n 、 T_{n+1} 磁気ディスク100の半径方向上の重なりOLの幅は、磁気ディスク100の外周側に行く程大きく、即ち、アジマス角度が大きくなる程大きく設定されている。隣接トラック T_n 、 T_{n+1} の重なりOLの幅は、アジマス角度が最小となる磁気ディスク100の内周側では最小であり、アジマス角度が最大となる磁気ディスク100の外周側では最大となる。

【0053】隣接トラック T_n 、 T_{n+1} の重なりOLは、信号再生には使用されない重複領域であるが、この重複領域によりトラックピッチを減少させることができる。隣接トラックからのクロストークの影響は、実効トラック幅ETWを、リードヘッドRHの幅と隣接トラックからのクロストーク軽減のために設けられたデッドス

19

ベースDSの幅との和に設定することにより、抑制することができる。尚、磁気ディスク100の内周側では、隣接トラック T_n 、 T_{n+1} の重なりOLは最小であり、必要であれば隣接トラックからのクロストーク軽減のためのデッドスペースDSが設けられる。

【0054】隣接トラックからのクロストークの量は、再生周波数に依存し、一般的には再生周波数の低い方が大きくなる。又、磁気ディスクの内周側と外周側とで、記録再生周波数を変えて記録密度の向上を図った場合、記録再生周波数とアジマス角度との関係を最適化することによりトラックピッチを設定することで、記録密度を向上することができる。しかし、記録再生周波数とアジマス角度との関係を最適化することでトラックピッチを設定するだけでは、記録密度を最大限増加させることが難しい場合もある。そこで、本実施例では、ライトヘッドの幅方向の中心とリードヘッドの幅方向の中心とを、磁気ディスクの略半径方向上オフセットすることで、記録密度を最適化する際の設計の自由度を増している。

【0055】尚、図6及び図9からわかるように、1つのトラックを走査するライトヘッドWHの端面と、このトラックに隣接するトラックを走査するリードヘッドRHの端面との磁気ディスク100の半径方向上の間隔は、各ヘッドの両端側で必ずしも同じではない。そこで、上記磁気ディスクの第2及び第3実施例では、各ヘッドの両端側での一方のヘッドの端と他方のヘッドの端との間隔のうち、小さい方の間隔に比例して隣接トラックの重なりOLの幅、即ち、重複領域の磁気ディスク100の半径方向上の幅を決定している。つまり、隣接トラック間にデッドスペースが設けられると、重複領域の幅は、1つのトラックの一方の側に設けられた重複領域の幅とデッドスペースの幅との和と、この1つのトラックの他方の側に設けられた重複領域の幅とデッドスペースの幅との和のうち、小さい方の和に比例する。各ヘッドの両端側での間隔が等しくなる磁気ディスク100の半径方向上の位置では、図5及び図10に示すように、重複領域の磁気ディスク100の半径方向上の幅が最大となる。

【0056】上記第1～第3実施例では、磁気ディスクの内周側でのアジマス角度が最小の場合を例に取って説明したが、本発明は、アジマス角度が磁気ディスクの外周側又は中間部分で最小となる磁気ディスクにも適用可能である。要は、磁気ディスクの記録密度が向上するように、アジマス角度に応じてトラックピッチを変化させれば良い。このため、トラックピッチは、磁気ディスク上に複数の記録領域を設け、アジマス角度に応じて記録領域毎に異なる値に設定しても、アジマス角度に応じて少なくとも1つの記録領域内で段階的又は連続的に変化させても良い。又、トラックピッチは、磁気ディスク上の複数の記録領域にわたって、段階的又は連続的に変化させても良い。

20

【0057】更に、隣接トラックの重なりOLの幅は、磁気ディスクの内周部分又は外周部分で最大となる必要はなく、磁気ディスクの中間部分で最大となる構成であっても良い。隣接トラックの重なりOLの幅が、磁気ディスクの中間部分で最大となる磁気ディスクの実施例を以下に説明する。本発明になる磁気ディスクの第4実施例を図11～図13と共に説明する。図11～図13中、図8～図10と同一部分には同一符号を付し、その説明は省略する。

【0058】本実施例では、上記磁気ディスクの第3実施例の如く、ライトヘッドWHの幅方向の中心とリードヘッドRHの幅方向の中心とが磁気ディスク100の略半径方向に沿ってオフセットされた状態で信号が磁気ディスク100に記録されている。この場合、リードヘッドRHの再生領域は、アジマス角度が減少する磁気ディスク100の内周側に行く程、ライトヘッドWHの記録領域、即ち、記録されたトラックの端部分に片寄る。このため、隣接トラックからのクロストークの影響を抑えるには、図1において、少なくとも磁気ディスク100の内周部分Aでは、トラックピッチを、ライトヘッドWHの幅と隣接トラックからのクロストークを軽減するために設けられたデッドスペースDSの幅との和に設定する。つまり、磁気ディスク100の内周部分Aでは、ライトヘッドWHは隣接トラックが重ならないように信号を記録する。これにより、リードヘッドRHが内周部分A内のトラックの端部分に片寄ってしまっても、隣接トラックまでは再生されないの、隣接トラックからのクロストークの影響は抑制され、再生信号のS/N比を良好に保つことができる。

【0059】他方、磁気ディスク100の外周側に行く程、アジマス角度が増加するため、リードヘッドRHが中間部分B内のトラックの端部分に片寄ることはなく、走査するトラックの中心とリードヘッドRHの中心が略一致する。このため、磁気ディスク100の中間部分Bでは、実効トラック幅ETWをリードヘッドRHの幅と隣接トラックからのクロストークを軽減するために設けられたデッドスペースDSの幅との和に設定することにより、隣接トラックからのクロストークの影響を抑えることができる。つまり、磁気ディスク100の中間部分Bでは、内周部分Aよりトラックピッチを小さく設定しても、再生信号のS/N比を良好に保つことができるので、S/N比を犠牲にすることなく磁気ディスク100の記録密度を向上することができる。そこで、本実施例では、磁気ディスク100の中間部分Bでは、トラックピッチは最小に設定され、ライトヘッドWHは隣接トラックが重なるように信号を記録する。

【0060】又、磁気ディスク100の外周部分Cでは、アジマス角度が中間部分Bより更に増加するものの、リードヘッドRHが中間部分B内のトラックの端部分に片寄る度合いは、内周部分A内のトラックを走査す

21

る場合と略同じである。このため、外周部分Cでは、トラックピッチを、ライトヘッドWHの幅と隣接トラックからのクロストークを軽減するために設けられたデッドスペースDSの幅との和に設定する。つまり、磁気ディスク100の外周部分Cでは、ライトヘッドWHは隣接トラックが重ならないように信号を記録する。これにより、リードヘッドRHが外周部分C内のトラックの端部分に片寄ってしまっても、隣接トラックまでは再生されないの、隣接トラックからのクロストークの影響は抑制され、再生信号のS/N比を良好に保つことができ

【0061】図11は、アクチュエータ1に設けられたライトヘッドWH及びリードヘッドRHが磁気ディスク100の内周部分Aのトラック T_n 、 T_{n+1} 上に位置する場合を拡大して示す。図12は、ライトヘッドWH及びリードヘッドRHが磁気ディスク100の中間部分Bのトラック T_n 、 T_{n+1} 上に位置する場合を拡大して示す。又、図13は、ライトヘッドWH及びリードヘッドRHが磁気ディスク100の外周部分Cのトラック T_n 、 T_{n+1} 上に位置する場合を拡大して示す。

【0062】本実施例では、ライトヘッドWH及びリードヘッドRHが磁気ディスク100の内周部分Aのトラック上に位置する場合、図11に示すように、各ヘッドWH、RHの幅方向とトラックの延在方向とが略直交し、アジマス角度は最小である。しかし、各ヘッドWH、RHが磁気ディスク100の中間部分B及び外周部分Cへ移動するにつれて、図12及び図13に示すように、アジマス角度が増加する。又、ライトヘッドWHが隣接トラック T_n 、 T_{n+1} を走査する際の隣接トラック T_n 、 T_{n+1} の磁気ディスク100の半径方向上の重なりOLの幅は、磁気ディスク100の中間部分に向かう程大きく設定されている。隣接トラック T_n 、 T_{n+1} の重なりOLの幅は、アジマス角度が最小と最大の略中間値となる磁気ディスク100の中間部分では最大であり、アジマス角度が最大となる磁気ディスク100の外周側及びアジマス角度が最小となる磁気ディスク100の内周側に向かうに従って減少する。

【0063】隣接トラック T_n 、 T_{n+1} の重なりOLは、信号再生には使用されない重複領域であるが、この重複領域によりトラックピッチを減少させることができる。隣接トラックからのクロストークの影響は、実効トラック幅ETWを、リードヘッドRHの幅と隣接トラックからのクロストーク軽減のために設けられたデッドスペースDSの幅との和に設定することにより、抑制することができる。尚、磁気ディスク100の内周側及び外周側では、隣接トラック T_n 、 T_{n+1} の重なりOLは最小であり、必要であれば隣接トラックからのクロストーク軽減のためのデッドスペースDSが設けられる。

【0064】隣接トラックからのクロストークの量は、再生周波数に依存し、一般的には再生周波数の低い方が

22

大きくなる。又、磁気ディスクの内周側と外周側とで、記録再生周波数を変えて記録密度の向上を図った場合、記録再生周波数とアジマス角度との関係を最適化することによりトラックピッチを設定することで、記録密度を向上することができる。しかし、記録再生周波数とアジマス角度との関係を最適化することでトラックピッチを設定するだけでは、記録密度を最大限増加させることが難しい場合もある。そこで、本実施例では、ライトヘッドの幅方向の中心とリードヘッドの幅方向の中心とを、磁気ディスクの略半径方向上オフセットすることで、記録密度を最適化する際の設計の自由度を増している。

【0065】次に、本発明になる磁気ディスク装置の第1実施例を説明する。磁気ディスク装置の第1実施例では、本発明になる磁気記録再生方法の第1実施例を採用する。図14は、磁気ディスク装置の第1実施例の要部を上カバーを取り外して示す平面図である。同図に示す磁気ディスク装置11において、アクチュエータ12がアーム13より支持ばね機構13aを介してその先端に磁気ヘッド14が搭載されており、アーム13の基部がピボット15に回転自在に軸支される。

【0066】アーム13のピボット15の反対側には回転支持部16が形成され、回転支持部16に巻回されたコイル17が設けられる。コイル17の下方には2つのマグネット18a、18bが固定配置される。このコイル17及びマグネット18a、18bによりボイスコイルモータ（VCM）を構成する。このようなアクチュエータ12は、センサレスタイプのスピンドルモータのスピンドル19に固定されて回転される磁気ディスク100に対し、コイル17に配線基板21よりフレキシブルプリント板22を介して通伝することにより磁気ヘッド14を磁気ディスク100の半径方向に移動させるようにアーム13が回転される。

【0067】磁気ヘッド14は、高記録密度化に対応するものとしてMR素子を用いたMRヘッドが使用されるが、MRヘッドは読み出し専用であることから、書き込み用の薄膜ヘッドと組み合わせた複合薄膜磁気ヘッドが使用される。図15は、複合薄膜磁気ヘッドの構成図を示す。図15（A）は切截断面図、図15（B）は断面図である。図15（A）、（B）に示す複合薄膜磁気ヘッド14は、MRヘッド31が、非磁性基板32上に形成した長方形のMR素子33と、MR素子33の引出し導体層34と、上、下磁気シールド層35a、35bとで構成されている。

【0068】引出し導体層34は、MR素子33の長手方向に対して所定幅で切除されてMR素子33のMRの両端に接続されている。MR素子33及び引出し導体層34は上磁気シールド層35aと下磁気シールド層35bとの間にあって非磁性絶縁層36で電気的に絶縁されている。磁気ディスク100に情報の記録を行うための電磁変換型の記録用ヘッド（インダクティブヘッド）3

23

7は、MRヘッド31の上磁気シールド35aを下部磁極とし、その上面に順にアルミナ(Al_2O_3)を介在した記録ギャップ38を介して熱硬化樹脂からなる層間絶縁層39、薄膜コイル導体層(Cu)40及び上部磁極(NiFe)41を積層し、上部磁極41と下部磁極(上磁気シールド層)35aとで形成した記録ギャップ38によって情報の記録を行う。また、上部磁極41上には保護絶縁層42が形成される。

【0069】このように、複合薄膜磁気ヘッド14は、MRヘッド31とインダクティブヘッド37が磁気ディスク100におけるトラックの長手方向に組み合わされたもので、インダクティブヘッド37の記録ギャップ38とMR素子33とは距離Lのギャップで配置されることになる。尚、磁気ディスク100は、ディスク装置11内に複数設けられていても良い。図16は、磁気ディスク装置の第1実施例の制御系の概略構成を示すブロック図である。同図に示す磁気ディスク装置11において、磁気ディスク100は、DCモータ(DCM)53により所定回転数で回転される。VCM54は、図14に示す如きアクチュエータ12及びアーム13を介して、磁気ヘッド14を磁気ディスク100の半径方向へ移動する。磁気ヘッド14は、図15と共に説明した、MRヘッド31とインダクティブヘッド37とが組み合わされた複合薄膜磁気ヘッドである。

【0070】磁気ヘッド14のMRヘッド31が磁気ディスク100から読み出したサーボ信号は、ヘッド集積回路(IC)56を介してサーボ復調回路57に供給される。サーボ復調回路57は、サーボ信号を位置信号に変換して、アナログ・デジタル変換器(ADC)58に供給する。ADC58は、位置信号をデジタル位置信号に変換してデジタルシグナルプロセッサ(DSP)59に供給する。又、DSP59には、トラックピッチ(TPI)情報を予め格納しているTPIテーブル62から読み出されたTPI情報も供給されている。TPIテーブル62は、例えばリード・オンリ・メモリ(ROM)等で構成されており、磁気ディスク100の半径方向上の位置とTPIとの関係を示すデータを予め格納している。従って、DSP59は、ADC58からのデジタル位置信号に基づいて、TPIテーブル62から対応するTPI情報を読み出す。

【0071】DSP59は、TPIテーブル62からのTPI情報に基づいて、VCM54を駆動するためのデジタル制御信号を生成し、デジタル・アナログ変換器(DAC)60に供給する。DAC60は、デジタル制御信号をアナログ制御信号に変換してVCM駆動回路61に供給する。VCM54は、VCM駆動回路61からの駆動信号により駆動される。DCM制御回路63は、DCM53を一定速度で回転させるために設けられている。

【0072】尚、データの記録系及び再生系は、本発明

24

の要旨と直接関係がないので、その図示及び説明は省略する。図17は、DSP59のシーク動作を説明するためのフローチャートである。同図中、ステップS1は、ADC58からのデジタル位置信号で示される現在の走査位置に基づいて、TPIテーブル62から対応するTPI情報を読み出す。

【0073】本実施例では、上記磁気ディスクの第1実施例に対して信号記録及び再生を行うものとする。従って、TPIテーブル62には、磁気ディスク100上の半径位置が外周側から内周側へ行く程トラックピッチが小さくなるTPI情報が予め格納されている。尚、トラックピッチは、磁気ディスク100の内周側へ行く程段階的に小さくなくても、連続的に小さくなくても良い。

【0074】ステップS2は、TPI情報に基づいて、制御パラメータを決定する。ステップS3は、ステップS2で決定された制御パラメータに基づいて、VCM制御電流値を演算する。ステップS4は、ステップS3で演算されたVCM制御電流値をDAC60に対して設定し、VCM54をVCM駆動回路61を介して制御する。

【0075】ステップS5は、磁気ヘッド14の磁気ディスク100上の現在位置を計算する。例えば、磁気ディスク100上の半径位置は、ADC58からのデジタル位置信号に基づいて、ヘッド14が移動した距離を累積することにより計算する。ステップS6は、ステップS5で計算された現在位置が目標位置であるか否かを判定し、判定結果がYESであれば、処理は終了する。他方、ステップS6の判定結果がNOであれば、処理はステップS1へ戻る。

【0076】次に、本発明になる磁気ディスク装置の第2実施例を説明する。磁気ディスク装置の第2実施例では、本発明になる磁気記録再生方法の第2実施例を採用する。磁気ディスク装置の第2実施例の構成は、上記磁気ディスク装置の第1実施例の構成と同じであるので、その図示及び説明は省略する。磁気ディスク装置の第2実施例では、TPIテーブル62に予め格納されているTPI情報が、磁気ディスク装置の第1実施例の場合と異なる。

【0077】本実施例では、上記磁気ディスクの第2実施例に対して信号記録及び再生を行うものとする。従って、TPIテーブル62には、磁気ディスク100上の半径位置が外周側から内周側へ行く程トラックピッチが小さくなると共に、隣接するトラックの磁気ディスク100の半径方向上の重なりOLの幅が、磁気ディスク100の内周側へ行く程大きくなるTPI情報が予め格納されている。尚、トラックピッチは、磁気ディスク100の内周側へ行く程段階的に小さくなくても、連続的に小さくなくても良い。同様に、隣接するトラックの重なりOLの幅は、磁気ディスク100の内周側へ行く程段階的に大きくなっても、連続的に大きくなっても良い。

25

【0078】次に、本発明になる磁気ディスク装置の第3実施例を説明する。磁気ディスク装置の第3実施例では、本発明になる磁気記録再生方法の第3実施例を採用する。磁気ディスク装置の第3実施例の構成は、上記磁気ディスク装置の第1実施例の構成と同じであるので、その図示及び説明は省略する。磁気ディスク装置の第3実施例では、TPIテーブル62に予め格納されているTPI情報が、磁気ディスク装置の第1実施例の場合と異なる。

【0079】本実施例では、上記磁気ディスクの第3実施例に対して信号記録及び再生を行うものとする。従って、TPIテーブル62には、磁気ディスク100上の半径位置が外周側から内周側へ行く程トラックピッチが大きくなると共に、隣接するトラックの重なりOLの幅が、磁気ディスク100の内周側へ行く程小さくなるTPI情報が予め格納されている。尚、トラックピッチは、磁気ディスク100の内周側へ行く程段階的に大きくなっても、連続的に大きくなっても良い。同様に、隣接するトラックの重なりOLの幅は、磁気ディスク100の内周側へ行く程段階的に小さくなっても、連続的に小さくなっても良い。

【0080】ところで、磁気ディスク上の半径位置によってトラックピッチが異なると、磁気ヘッドの位置感度に変化してしまい、シーク動作中の制御系のループゲインが変化して、適切な制御を行えなくなる可能性もある。このような場合には、例えば特開平5-282818号公報にて提案されている方法を用いて、他の要因によるバラツキも含めてループゲインを補正することができる。又、TPIテーブル62に予め格納するTPI情報を、磁気ヘッドの位置感度の変化を補正するように設定しておくことも可能である。

【0081】尚、アジマス角度が磁気ディスクの外周側又は中間部分でゼロとなる磁気ディスクの場合は、TPIテーブル62に予め格納されるTPI情報を、磁気ディスク上のトラックピッチの変化に応じて設定すれば良い。又、本発明になる磁気記録再生方法及び磁気ディスク装置は、上記各実施例の如き磁気ディスク装置への適用に限定されるものではないことは、言うまでもない。

【0082】以上、本発明を実施例により説明したが、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の範囲内で種々の変形及び改良が可能であることも言うまでもない。

【0083】

【発明の効果】請求項1～3記載の発明によれば、再生信号のS/N比を向上して、データの信頼性を向上すると共に、高密度記録再生を実現することができる。請求項4記載の発明によれば、磁気ディスクの記録密度を更に向上することができる。

【0084】請求項5～9記載の発明によれば、再生信号のS/N比を向上して、データの信頼性を向上すると

26

共に、高密度記録再生を実現することができる。請求項10～19記載の発明によれば、再生信号のS/N比を低下させることなく、高密度記録再生を実現することができる。請求項20～24記載の発明によれば、再生信号のS/N比を向上して、データの信頼性を向上すると共に、高密度記録再生を実現することができる。

【0085】請求項25～34記載の発明によれば、再生信号のS/N比を低下させることなく、高密度記録再生を実現することができる。従って、本発明によれば、再生信号のS/N比を低下させることなく、磁気ディスクの記録密度を更に向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】ヘッドの磁気ディスク上の位置に応じたトラックに対するアジマス角度を説明する図である。

【図2】ライトヘッド及びリードヘッドが磁気ディスクの第1実施例の内周部分のトラック上に位置する場合を拡大して示す図である。

【図3】ライトヘッド及びリードヘッドが磁気ディスクの第1実施例の中間部分のトラック上に位置する場合を拡大して示す図である。

【図4】ライトヘッド及びリードヘッドが磁気ディスクの第1実施例の外周部分のトラック上に位置する場合を拡大して示す図である。

【図5】ライトヘッド及びリードヘッドが磁気ディスクの第2実施例の内周部分のトラック上に位置する場合を拡大して示す図である。

【図6】ライトヘッド及びリードヘッドが磁気ディスクの第2実施例の中間部分のトラック上に位置する場合を拡大して示す図である。

【図7】ライトヘッド及びリードヘッドが磁気ディスクの第2実施例の外周部分のトラック上に位置する場合を拡大して示す図である。

【図8】ライトヘッド及びリードヘッドが磁気ディスクの第3実施例の内周部分のトラック上に位置する場合を拡大して示す図である。

【図9】ライトヘッド及びリードヘッドが磁気ディスクの第3実施例の中間部分のトラック上に位置する場合を拡大して示す図である。

【図10】ライトヘッド及びリードヘッドが磁気ディスクの第3実施例の外周部分のトラック上に位置する場合を拡大して示す図である。

【図11】ライトヘッド及びリードヘッドが磁気ディスクの第4実施例の内周部分のトラック上に位置する場合を拡大して示す図である。

【図12】ライトヘッド及びリードヘッドが磁気ディスクの第4実施例の中間部分のトラック上に位置する場合を拡大して示す図である。

【図13】ライトヘッド及びリードヘッドが磁気ディスクの第4実施例の外周部分のトラック上に位置する場合を拡大して示す図である。

27

【図14】磁気ディスク装置の第1実施例の要部を上カバーを取り外して示す平面図である。

【図15】複合薄膜磁気ヘッドの構成図である。

【図16】磁気ディスク装置の第1実施例の制御系の概略構成を示すブロック図である。

【図17】DSPのシーク動作を説明するためのフローチャートである。

【符号の説明】

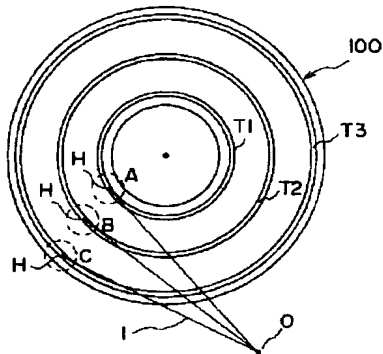
- 11 磁気ディスク装置
- 14 複合薄膜磁気ヘッド
- 31 MRヘッド
- 37 インダクティブヘッド

- *53 DCM
- 54 VCM
- 56 ヘッドIC
- 57 サーボ復調回路
- 58 ADC
- 59 DSP
- 60 DAC
- 61 VCM駆動回路
- 62 TPIテーブル
- 10 63 DCM制御回路
- 100 磁気ディスク

*

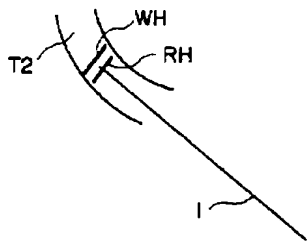
【図1】

ヘッドの磁気ディスク上の位置に応じたトラックに対するアジマス角度を説明する図



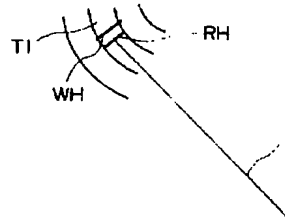
【図3】

ライトヘッド及びリードヘッドが磁気ディスクの第1実施例の中間部分のトラック上に位置する場合を拡大して示す図



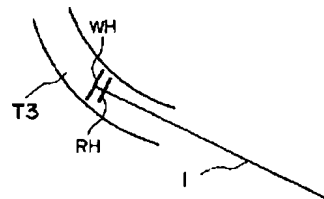
【図2】

ライトヘッド及びリードヘッドが磁気ディスクの第1実施例の内周部分のトラック上に位置する場合を拡大して示す図



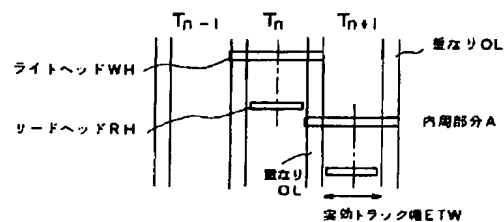
【図4】

ライトヘッド及びリードヘッドが磁気ディスクの第1実施例の外周部分のトラック上に位置する場合を拡大して示す図



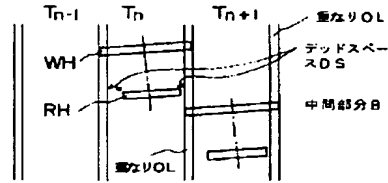
【図5】

ライトヘッド及びリードヘッドが磁気ディスクの第2実施例の内周部分のトラック上に位置する場合を拡大して示す図



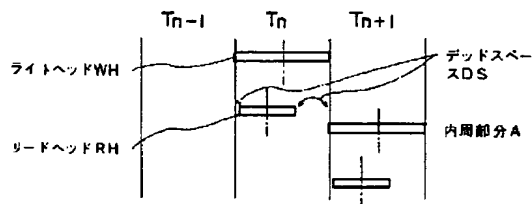
【図 6】

ライトヘッド及びリードヘッドが磁気ディスクの第2実施例の中間部分のトラック上に位置する場合を拡大して示す図



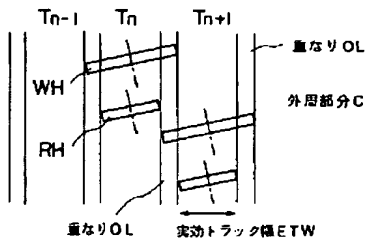
【図 8】

ライトヘッド及びリードヘッドが磁気ディスクの第3実施例の内周部分のトラック上に位置する場合を拡大して示す図



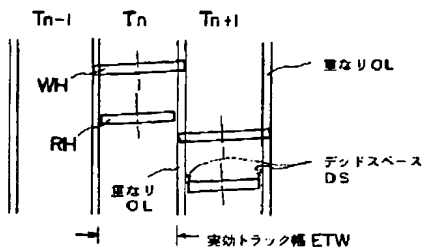
【図 10】

ライトヘッド及びリードヘッドが磁気ディスクの第3実施例の外周部分のトラック上に位置する場合を拡大して示す図



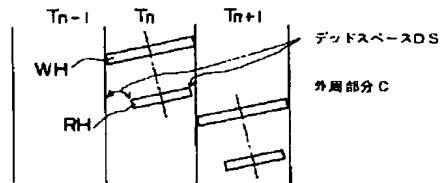
【図 12】

ライトヘッド及びリードヘッドが磁気ディスクの第1実施例の中間部分のトラック上に位置する場合を拡大して示す図



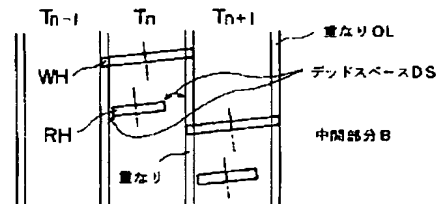
【図 7】

ライトヘッド及びリードヘッドが磁気ディスクの第2実施例の外周部分のトラック上に位置する場合を拡大して示す図



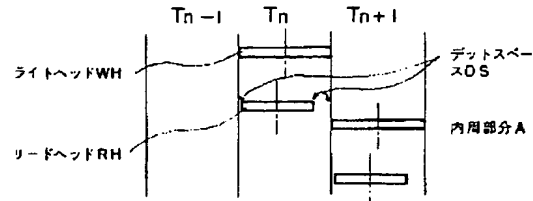
【図 9】

ライトヘッド及びリードヘッドが磁気ディスクの第3実施例の中間部分のトラック上に位置する場合を拡大して示す図



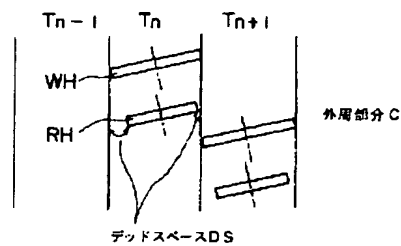
【図 11】

ライトヘッド及びリードヘッドが磁気ディスクの第4実施例の内周部分のトラック上に位置する場合を拡大して示す図



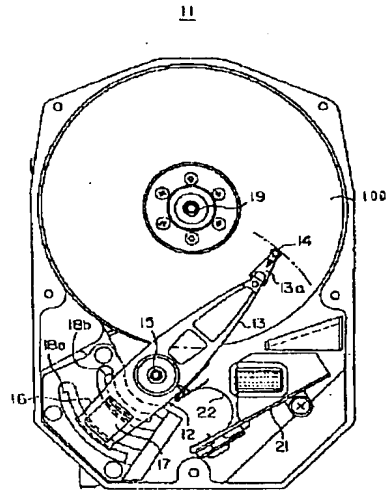
【図 13】

ライトヘッド及びリードヘッドが磁気ディスクの第1実施例の外周部分のトラック上に位置する場合を拡大して示す図



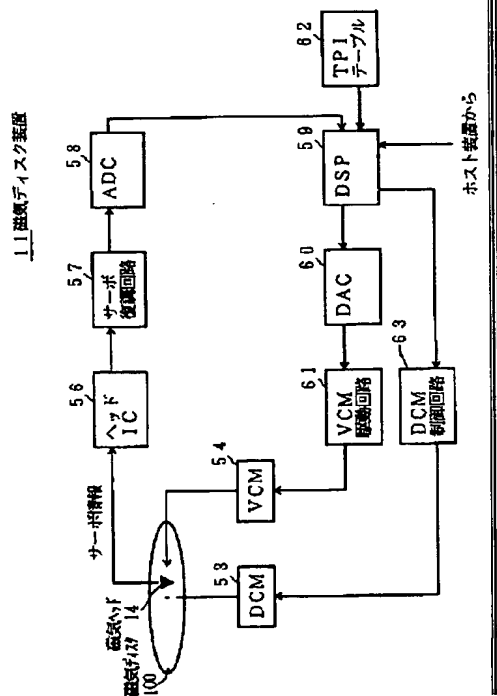
【図 14】

磁気ディスク装置の第 1 実施例の要部を上カバーを取り外して示す平面図



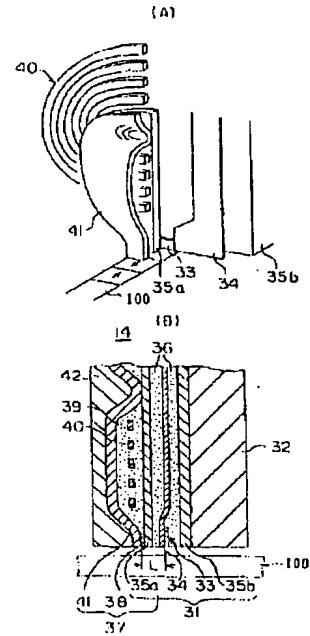
【図 16】

磁気ディスク装置の第 1 実施例の制御系の概略構成を示すブロック図



【図 15】

複合薄膜磁気ヘッドの構成図



【図 17】

DSP のシーク動作を説明するためのフローチャート

